

DANIELA RÚA MUÑOZ

INGENIERIA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

INGENIERIA AMBIENTAL

ESCUELA DE CIENCIAS AGRICOLAS, PECUARIAS Y DEL MEDIO AMBIENTE

Universidad Nacional
Abierta y a Distancia

MEDELLIN (ANTIOQUIA)

2019

**EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE DISMINUCIÓN DEL USO DEL RECURSO
HÍDRICO EN LOS PROCESO PRODUCTIVOS DE LA PLANTA DE TRATAMIENTO
DE AGUA POTABLE DE POSTOBÓN S.A**

EMPRESA POSTOBÓN BELLO, MUNICIPIO DE BELLO, ANTIOQUIA

DANIELA RÚA MUÑOZ

TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR EL TITULO DE INGENIERA AMBIENTAL

DIRECTOR:

KEVIN ALBERTO BERTHI MANTILLA

MSc INGENIERIA AMBIENTAL

UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA UNAD

INGENIERIA AMBIENTAL

MEDELLIN (ANTIOQUIA)

2019

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Nota de Aceptación

Director

Jurado 1

Jurado 2

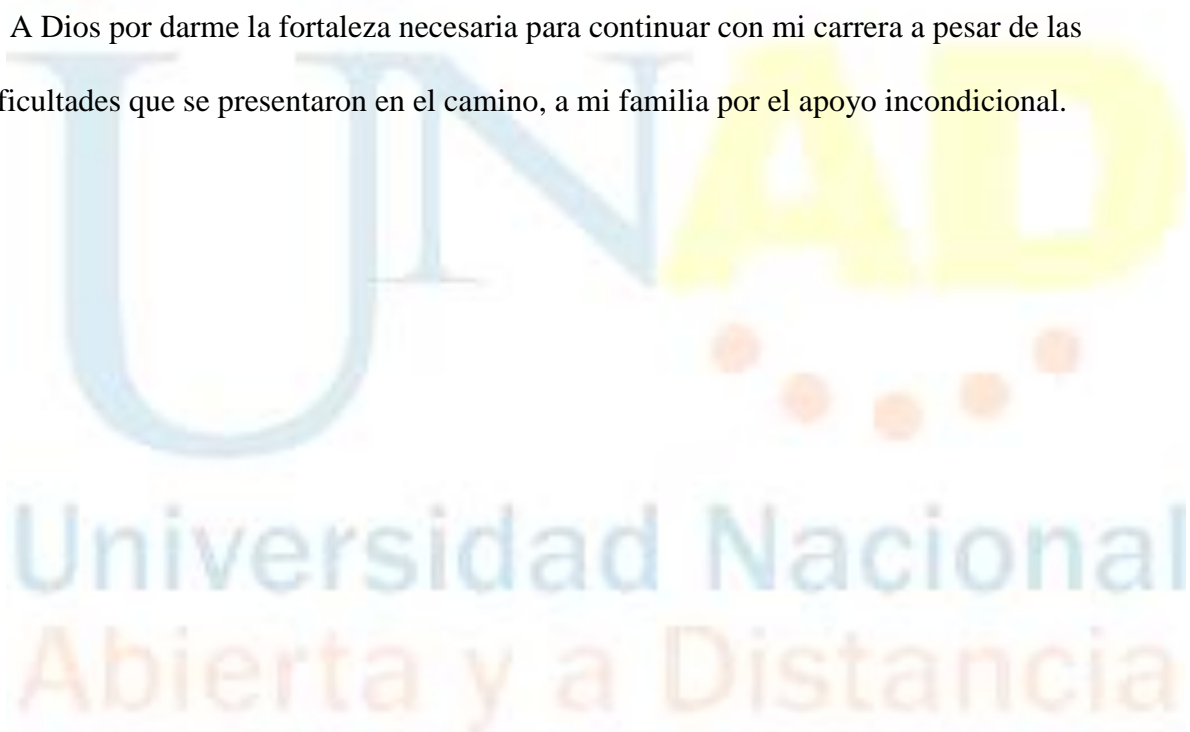
Medellín, septiembre de 2019

AGRADECIMIENTOS

Son muchas las personas las que hicieron posible la ejecución y puesta en marcha de este proyecto, en primera instancia quiero agradecer a la planta Postobón Bello por permitirme no sólo pertenecer a su equipo de trabajo, sino por hacer posible este proyecto, por la disponibilidad de la información y el acompañamiento de las diferentes áreas.

A la universidad Nacional Abierta y a Distancia y los tutores por la formación que me brindaron en la carrera, la cual fue fundamental esta etapa final.

A Dios por darme la fortaleza necesaria para continuar con mi carrera a pesar de las dificultades que se presentaron en el camino, a mi familia por el apoyo incondicional.



Contenido

RESUMEN	8
ABSTRACT	9
INTRODUCCIÓN	10
OBJETIVOS	13
Objetivo General	13
Objetivos Específicos	13
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	14
JUSTIFICACIÓN	17
MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	19
4.1 Contexto mundial	19
4.2 Reutilización o Reciclaje de Agua	20
4.3 Planta de tratamiento de Agua Potable	21
4.4 Coagulación y floculación	21
4.5 Filtración del agua	21
4.6 Cloración	22
Elaboración de un programa de uso eficientes y ahorro del agua	23
Sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias	24
Análisis de rentabilidad de un proyecto de recuperación.	24
METODOLOGÍA	25

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

5.1 Diagnóstico	25
5.1.1 Cálculos y aforos:	25
5.1.2 Análisis en campo de agua para recuperación:	25
5.1.3 Criterio de diseño:	27
5.2 Implementación:	28
5.3 Creación de espacio de sensibilización	28
5.4 Control y seguimiento del proyecto:	29
6. RESULTADOS	30
6.1 Aforo retrolavados Filtros de carbón	30
6.2 Análisis fisicoquímico de los retrolavados filtros de Carbón	30
6.3 Diseño Alternativa de Aprovechamiento	34
6.4 Implementación tubería recuperación agua retrolavados filtros de carbón	36
6.5 Plano de Implementación del Proyecto	38
6.6 Ahorro agua retrolavados filtros de carbón metro cúbico mes	39
6.7 Análisis fisicoquímicos laboratorio Planta Postobón	40
6.8 Espacio de sensibilización	52
7. ANÁLISIS DE RESULTADOS	54
7.1 Formación ambiental en uso eficiente y ahorro del agua	56
8. CONCLUSIONES	57
9. RECOMENDACIONES	58

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

BIBLIOGRAFÍA

59

10. ANEXOS

62



RESUMEN

Para contribuir al mejoramiento, conservación y protección del medio ambiente, la Planta Postobón Bello ha adoptado compromisos para disminuir el impacto ambiental y los costos el recurso agua.

Teniendo en cuenta que en la actualidad la planta no cuenta con un Programa de Uso Eficiente y Ahorro del Agua, siendo el agua su principal materia prima para la elaboración de bebidas, se pretende mejorar las condiciones de aprovechamiento del recurso luego de ser utilizado en los diferentes procesos productivos.

El recurso para utilizar proviene de los retrolavados de los filtros de carbón por lo tanto se logró un aprovechamiento del 100% del agua en los procesos productivos, teniendo en cuenta las características físicas y químicas de estos y un posterior tratamiento para su reutilización.

Palabras claves: Recuperación, agua, aprovechamiento, filtros de carbón, uso racional.

ABSTRACT

To contribute to the improvement, conservation and protection of the environment, the Postobón Bello Plant has made commitments to reduce the environmental impact and costs of the water resource.

Taking into account that currently the plant does not have a Program for Efficient Use and Water Saving, this being its main raw material for the production of beverages, it is intended to improve the conditions of use of the resource after being used in the different Productive processes.

The resource to use comes from the backwashing of the carbon filters, therefore it is intended to make 100% use of the water in the production processes, taking into account the physical and chemical characteristics of the same and a subsequent treatment for reuse

Keywords: Recovery, water, carbon filters, rational use.

INTRODUCCIÓN

Los seres humanos han desarrollado a través de los años todas sus actividades económicas, transporte y de consumo entorno a la disponibilidad de agua superficial, sin importar que en algún momento pueda escasear el recurso; el agua se ha utilizado en diferentes ámbitos como: la industria, agricultura y para fines domésticos, se han establecido normas para el uso eficiente y ahorro del agua y en temas de residuos líquidos se establecen los parámetros y valores máximos permisibles en vertimientos puntuales a cuerpos de agua y alcantarillado, estas regulaciones han sido una forma para mantener y minimizar los impactos ambientales generados. (Hídricos, 2015).

Con el tiempo se ha reflejado en diferentes poblaciones de nuestro país la escasez de agua por temas de fallencias en plantas de potabilización de agua en pequeñas regiones y la problemática en saneamiento básico, a esto se le suma el crecimiento de la población en los últimos años y los desplazamientos del campo a las ciudades.(Hídricos, 2015).

El aprovechamiento de agua recuperada es una alternativa de ahorro de agua potable, la cual puede traer muchos beneficios ambientales, económicos a nivel industrial y social. Esta opción es una acción sostenible para la contribución a la gestión y desarrollo sostenible de la Planta Postobón Bello.

La compañía Postobón ha fortalecido el compromiso con la eficiencia con el recurso hídrico, lo cual la ha llevado a la búsqueda de diferentes alternativas del correcto uso del agua, para esto se ha implementado diferentes combinaciones de captación de agua lo que ha involucrado diferentes tipos de fuentes, con el fin de dar capacidad de respuesta a sus necesidades, continúan invirtiendo constantemente en la protección de los ecosistemas de los diferentes servicios ambientales que intervienen principalmente con la regulación del recurso hídrico. Garantizar la

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

sostenibilidad del recurso no solo en sus procesos sino en las comunidades donde operan sus plantas, lo que hace que la compañía reconozca la existencia de muchas situaciones de disponibilidad, calidad y accesibilidad.(Postobón, 2016).

Este proyecto está enmarcado en el uso responsable del recurso agua, el cual muestra el paso a paso desde el diagnóstico de una alternativa sostenible de un recurso que anteriormente se estaba siendo vertido al alcantarillado municipal y ahora es utilizado por medio de un tratamiento de potabilización en diferentes procesos productivos tales como: limpieza de equipos, lavado de envase, elaboración de productos y demás actividades que competen al proceso productivo de la planta.

Con el propósito de devolver al planeta una cantidad equivalente en agua a la que utiliza en sus bebidas una empresa muy reconocida de bebidas, se unió con la Alianza Latinoamericana de Fondo de Agua, con el propósito de desarrollar 17 fondos de agua en Colombia, todo esto enmarcado a la protección de las cuencas de agua lo que permitiría asegurar el desarrollo de las comunidades cercanas a la compañía, esta iniciativa inicio con la reposición 1350 hectáreas lo que daría aproximadamente 1,8 millones de metros cúbicos de agua al embalses Rio Grande y Chuza, este tipo de iniciativas de recuperación de los recursos son muy importantes para mantener el equilibrio ambiental.(Periódico El tiempo, 2014).

Para el desarrollo de cualquier sociedad es muy importante la conservación de los ecosistemas todo esto teniendo en cuenta el bienestar de la comunidad, el uso eficiente y racional del agua podría tomarse como una estrategia en la cual consiste en la regulación de la cantidad total captada y de su uso, teniendo en cuenta la demanda el recurso, este tipo de programas implementa y considera diferentes variables en la oferta y demanda, en la empresas de alimentos especialmente la de elaboración de bebidas es muy importante la puesta en marcha de este tipo

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

de programa y la implementación de diferentes estrategias de minimización y buena administración de los recursos.(MINAMBIENTE, 2018)



OBJETIVOS

Objetivo General

Diseñar una alternativa de disminución del uso del recurso hídrico utilizado en los procesos productivos, con el fin de impactar positivamente el desarrollo sostenible de la Planta Postobón Bello.

Objetivos Específicos

- + Realizar un diagnóstico del sistema de tratamiento de agua potable de la planta Postobón Bello con el fin de aumentar el porcentaje de aprovechamiento del agua proveniente de los retrolavados de los filtros de carbón.
- + Implementar una alternativa de aprovechamiento y recuperación del agua utilizada en los procesos productivos de la planta Postobón Bello.
- + Crear espacios de formación al personal que permitan concientizar sobre el uso racional y eficiente del recurso hídrico.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad el recurso hídrico se ha convertido en un factor primordial para la sostenibilidad, con los años se ha considerado como un recurso finito, vulnerable y necesario para la supervivencia humana y del medioambiente. El crecimiento demográfico a nivel mundial ha aumentado notoriamente, lo que ha traído consecuencias por causa de la urbanización, industrialización, generando una demanda en el consumo de agua dulce cada vez mayor; el agua subterránea es una fuente que puede abastecer el 50 % de la población del mundo, la disponibilidad de agua está ligada principalmente a problemas de contaminación y el uso inconsciente. (Hídricos, 2015).

En el año 2018 el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia realiza un estudio ENA (Estudio Nacional del Agua) en el cual se presentan los diferentes usos del agua mostrando una participación considerable en el uso del agua en diferentes actividades agrícolas, pecuarias, mineras e industriales, identificando como principal actividad económica la agricultura con una participación del 43% consumido, seguido con la hidroenergía y actividades pecuarias con un 23%, los departamentos de Antioquia, Huila y Santander presentan una participación de un 11% en el total de la demanda. (Reporte estado actual del agua en Colombia, 2019)

El uso eficiente y ahorro del agua es un programa indispensable el cual ha involucrado diferentes actores, los cuales han cuantificado su uso basado en buenas prácticas ambientales, entre sus principales propósitos se basan en la caracterización de la demanda del agua, teniendo en cuenta el uso responsable de esta (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

La compañía internacional Pepsico la cual se ha sido líder global de alimentos y bebidas, ha continuado en la búsqueda de nuevas formas innovadoras de la conservación de los recursos

especialmente del hídrico, lo que ha generado un impacto positivo en el agua, implementando diferentes estrategias para su ahorro a través de programas que ayudan a identificar posibles oportunidades de mejora en el recurso, por medio de diagnósticos que puede identificar las pérdidas de agua por fugas o procesos innecesarios, dichos perfiladores permiten mantener un control de cada una de sus operaciones, algunos de los programas que se han implementado en esta compañía son: Agua para el planeta, Impacto positivo en el agua, Recycle for Nature, Fondo de aguas, todas estas estrategias han mejorado la seguridad y disponibilidad hídrica. (PepsiCO, 2018).

En el año 1997 se establece la ley 373 en Colombia, en la cual se fundamenta el programa de uso y ahorro del agua, entre sus propósitos se fundamentan un conjunto de proyectos y diferentes acciones que van enfocadas a su uso racional; los principales actores responsables de ejecución de estos programas son todos los consumidores debido a que es un recurso escaso y necesario (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Con el tiempo el recurso agua, se ha visto afectado en la calidad y cantidad debido a los altos consumos industriales y domésticos, a los malos manejos y sobre todo a las malas prácticas causadas a nivel industrial.

La Industria de bebidas no alcohólicas, ha utilizado como su principal materia prima el agua para sus procesos productivos. Sin embargo la industria alimentaria ha sido regulada por parte de las autoridades ambientales competentes, muchos de sus procesos para su desarrollo pueden utilizar diferentes calidades de agua para poder emplear procesos tales como: generación de vapor, sistemas de intercambio de calor y sistemas de enfriamiento (Miniet, 2006).

La limpieza de envases retornables es uno de los proceso en los que se identifica como un factor de alto consumo de agua, debido a que la industria alimentaria debe tener excelentes

prácticas de limpieza y desinfección en los procesos; adicionalmente la utilización del recurso en actividades de servicios generales (limpieza de vehículos, montacargas, centros de acopio, jardinería, entre otros) para los cuales se pueden implementar sistemas de aprovechamiento de los proceso generadores de grandes cantidades de agua. En este tipo de industria es indispensable la adopción de buenas prácticas ambientales, teniendo en cuenta su buen uso y su óptima recuperación (Duek & Fasciolo , 2014).

El alto consumo de agua requerido en la industria de alimentos o industria manufacturera es utilizado en diversas etapas del proceso, las cuales requiere grandes cantidades debido a la demanda de los productos y a la calidad requerida para producción; teniendo en cuenta que es indispensable el agua potable con un previo tratamiento para garantizar la calidad e inocuidad de los productos (Duek & Fasciolo , 2014).

En la actualidad la planta Postobón Bello no cuenta con un programa de uso eficiente y ahorro del agua, siendo una industria donde su principal materia prima es el agua, lo que ha llevado a tomar medidas sobre el consumo responsable y se han desarrollado diferentes proyectos en pro del uso óptimo del recurso, debido a la gran demanda del recurso estas acciones no han sido suficientes para mantener un margen positivo en los indicadores de lo producido versus lo consumido en el recurso, por ende es indispensable una acción que involucre más cantidad y calidad del agua para recuperar, esta nueva estrategia permitiría tener unos resultados más positivos y mejorar representativamente la conservación de este recurso.

Es por ello que nace la necesidad de crear una alternativa de disminución y aprovechamiento del agua utilizada en los procesos productivos. Al ingresar nuevamente este recurso al proceso productivo se tendría un ahorro de 4800 metros cúbicos aproximadamente, lo cual disminuiría el consumo y bajaría los costos de captación y vertimiento (Postobón, 2017).

JUSTIFICACIÓN

Ante la creciente tendencia del aumento poblacional se evidencia significativamente el consumo de agua potable, lo cual puede presentar diversos temas de escases en el recurso. En la actualidad Colombia presenta una gran riqueza hídrica superficial y a nivel freático, sin embargo, no presenta una buena distribución del recurso debido a las condiciones hidrológicas, climáticas y algunos aspectos topográficos. Estas características presentadas han evidenciado a través de los años una reducción progresiva debido al aumento del consumo en diferentes actividades desarrolladas especialmente en la industria (Delgado Muneva, 2015).

Debido al desarrollo industrial y tecnológico se han posibilitado diferentes fuentes de abastecimiento para diferentes procesos, lo cual ha aumentado el consumo del agua, generando vertimientos que a su vez han cambiado las características fisicoquímicas y microbiológicas (Programa Uso Racional del Agua URA, 2011).

El alto consumo de agua en diferentes actividades de uso doméstico e industriales ha generado la necesidad de implementar buenas prácticas ambientales que permitan el buen uso del recurso hídrico (Duek & Fasciolo, 2014). La Empresa Postobón Bello tiene como una de sus principales materias primas el agua para la elaboración de bebidas no alcohólicas, lo que implica un consumo bastante representativo del recurso en actividades como: envasado de bebidas, limpieza y desinfección de equipos, lavado de envases, limpieza de instalaciones, lavado de vehículos, consumo en equipos auxiliares (compresores, calderas, sistemas de enfriamiento, entre otros), uso doméstico y el mantenimiento de jardines; es por esto que se pretende generar una iniciativa sobre el uso consciente y eficiente del recurso en el proceso productivo de la planta, teniendo en cuenta que el agua a recuperar se obtiene de un proceso limpio como es la actividad

de retrolavados de los purificadores o filtros de carbón utilizados en el tratamiento de agua; esta iniciativa ayudaría de gran forma al desarrollo sostenible de la planta.

En la actualidad la planta cuenta con cuatro filtros de carbón a los cuales se les realiza limpiezas (retrolavados) diarias por cada dispositivo, este vertimiento va al sistema de tratamiento de aguas residuales de la planta y posteriormente al alcantarillado. La cantidad vertida en esta operación es de 4000 m³ por mes aproximadamente y con esta iniciativa se busca reutilizar eficientemente este vertimiento, realizando un previo tratamiento e ingresándolo a un proceso productivo.

Todo lo anterior permite identificar que este recurso debe ser controlado y aprovechado para garantizar su disponibilidad, por lo cual es necesario crear alternativas y programas que ayuden a mitigar este tipo de problemáticas en el sector de bebidas no alcohólicas. Todo esto se puede lograr mediante la formulación y ejecución de diversos mecanismos, que permitan cuantificar los consumos de agua desmedidos en procesos que puedan utilizar mecanismos de recuperación del agua y así evitar el consumo desproporcionado. Es importante la implementación de buenas prácticas ambientales basadas en uso eficiente y ahorro del agua a nivel industrial (Mendieta Ramirez, 2014).

Es por eso que el principal objetivo de este trabajo es diseñar una alternativa del uso del agua, utilizada en los procesos productivos de la Planta Postobón Bello.

MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

El uso eficiente y ahorro del agua se convirtió en un factor importante para garantizar la sostenibilidad del recurso hídrico, el cual puede considerarse como un recurso que se puede agotar y es muy vulnerable debido a las acciones antrópicas. Para este programa se requiere un buen diagnóstico, la caracterización de la demanda y la obtención de buenos hábitos de consumo con el fin de emprender acciones dirigidas hacia cambios que optimicen su uso, así como a la promoción de prácticas que permitan favorecer la sostenibilidad de los ecosistemas y la reducción de la contaminación (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

4.1 Contexto mundial

En la cumbre del agua de 1998 se definió una manera de atenuar la crisis de agua y compensar los desequilibrios y competencias injustas, la cual se basa en la creación de conciencia en que el agua tiene un costo, pero no un precio (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

Diferentes organizaciones mundiales como la OMS, OPS, UNESCO, EPA lideran diferentes programas en beneficio del medio ambiente incluyendo la protección del recurso hídrico. Se estima que antes de 50 años, unos 2.500 millones de personas sufrirán escasez de agua (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

En la actualidad la demanda del recurso es muy alta, debido a la contaminación existente en las fuentes superficiales, por esta razón es necesaria la adopción de medidas que permitan la sostenibilidad del recurso y es indispensable conocer las diferentes formas de aprovechamientos. (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2018).

4.2 Reutilización o Reciclaje de Agua

El reúso y reutilización de agua son medidas eficaces para el uso racional y eficiente del agua, ambas alternativas aportan grandes porcentajes de ahorro respecto a las otras opciones utilizadas.

A continuación, se relacionan algunas actividades de implementación para el ahorro:

- ✚ Caracterizar las fuentes de reúso, cantidades y calidades del recurso
- ✚ Aseguramiento que el reúso del recurso no afecte en ninguno de los casos la calidad del producto desarrollado en la industria manufacturera.
- ✚ La reutilización del agua debe ser de los procesos menos contaminados y se recomienda usarla en el proceso luego de realizar un tratamiento.
- ✚ Estudiar posibilidades de almacenar aguas lluvias para utilizarlas en diferentes procesos de la empresa.
- ✚ Utilización del agua en mecanismos de limpieza (CIP).
- ✚ Implementación de sistemas de alta presión (Hidrolavadoras). (MINAMBIENTE, 2018).

En Colombia en los últimos años se ha notado la oferta de agua se ha escaseando, el 80% de la población en nuestro país se abastece con fuentes de agua que no cuentan con caudales insuficientes y la regulación del recurso se ve altamente afectada por la variabilidad en las condiciones climáticas. (MINAMBIENTE, 2018).

4.3 Planta de tratamiento de Agua Potable

Son sistemas de ingeniería utilizados con el fin que el agua sea tratada y se convierta apta para el consumo humano. Existen diferentes tipos de tecnologías para realizar dichos procesos. Estos sistemas son considerados como procesos unitarios, los cuales pueden ser biológicos, físicos, cuya finalidad es la eliminación de las características fisicoquímicas y biológicas en el agua (Postobón, 2018).

A continuación, se relacionan algunas operaciones unitarias para el tratamiento de agua potable.

4.4 Coagulación y floculación

Este proceso es utilizado para la eliminación de sólidos en el agua, ambos procesos se utilizan para precipitar la alcalinidad, la dureza y la eliminación de los sólidos suspendidos.

La coagulación desestabiliza los coloides al neutralizar las fuerzas que nos mantienen separados, esto se logra por medio de la adición de coagulantes químicos. El proceso entre los coagulantes y los compuestos alcalinos que presenta el agua elimina la turbiedad y el color. Los coagulantes más comunes utilizados para el tratamiento del agua son: el sulfato ferroso, sulfato férrico y sulfato de aluminio (Postobón, 2018).

4.5 Filtración del agua

La filtración en el agua es utilizada para eliminar la materia suspendida presente en el agua que proviene del proceso de floculación y coagulación. Estos pueden ubicarse en el proceso de manera vertical u horizontal, algunos filtros son fabricados en acero inoxidable y presentan accesorios necesarios para efectuar el ciclo de filtración, retrolavados y enjuague. (Postobón, 2018).

Los medios para filtrar que son mas utilizados son el carbón activado y la arena granular, en el caso del carbón activado es comunmente usado para el aclaramiento, proporciona una adsorcion de las sustancias organicas que se encuentren en el agua evitando los olores y sabores. (Castaño & Londoño, 2017).

La filtración es un un metodo muy utilizado para remover o retirar las diferentes partículas que puede tener el agua, controlando a su vez cualquier contaminacion biologica, en algunos sistemas de filtración se pueden formar diferentes materiales porosos que pueden contener diferentes microorganismos, algas, estos metodos se pueden clasificar en material granular (antracita, carbón, arena). (Salamanca, 2014).

4.6 Cloración

Proceso utilizado para la desinfección del agua, donde se debe cumplir la demanda correcta de cloro. Como es normal en los procesos químicos la eficacia varía entre el pH que posea el agua y el tiempo de contacto con este.

Los siguientes parámetros influyen en el proceso de cloración:

- ✚ pH: la cloración disminuye con el aumento del pH lo cual hace que su eficacia sea menor.
- ✚ Tiempo de contacto: en la cloración la desinfección es más efectiva con el aumento del tiempo de contacto con el cloro.
- ✚ Temperatura: este parámetro influye representativamente en la eficacia de la desinfección debido a su aumento (Postobón, 2018).

La cloración es una opción de tratamiento de bajo costo la cual se utiliza para la desinfección, mejora las características de sabor, adicionalmente para la eliminación de bacterias, microorganismos; sin embargo este procedimiento ha tenido sus limitaciones en cuanto algunas especies de parásitos que aún con este continúan en el agua, una de las ventajas de su uso es la eliminación de sustancias como el manganeso, hierro y el ácido sulfhídrico. (Academias, 2017).

Elaboración de un programa de uso eficiente y ahorro del agua

La guía para la elaboración de un programa de uso eficiente y ahorro del agua establece las estrategias fundamentales para realizar el reúso y reciclaje del agua, con el propósito de minimizar o disminuir el uso del agua dentro de los procesos unitarios, esta técnica se puede aplicar primordialmente con la verificación de las características físicoquímicas y biológicas que presenta el agua, las cuales nos pueden determinar la necesidad de la instalación de un tratamiento químico o físico del agua. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2015).

Para el desarrollo del programa es necesario que se tengan en cuenta los siguientes pasos relacionados a continuación:

- ✚ Identificación de oportunidades de aprovechamiento
- ✚ Evaluación o caracterización del agua
- ✚ Determinación de los tratamientos de potabilización a implementar en el aprovechamiento. (Unidad de Planeación Minero Energética, 2015).

Los medidores volumétricos son muy importantes en los sistemas de captación, debido a que determinan cuantitativamente la disponibilidad del recurso y así logran mantener un control sobre el programa; adicionalmente es muy importante la implementación de diferentes estrategias que permitan la capacitación continua.(Unidad de Planeación Minero Energética, 2015).

Sistemas de captación y aprovechamiento de aguas lluvias

Las alternativas enfocadas en el aprovechamiento y uso del agua lluvia en actividades que no tengan que ver con los proceso productivos, se pueden aprovechar principalmente para la limpieza de exteriores, riego, baños, algunas de las ventajas en la puesta en marcha de estos procesos tienen que ver con la alta calidad que puede tener el agua debido al tratamiento fisicoquímico que se recomienda implementar a la fuente recuperada, lo que generaría disminución en los consumos y costos por agua potable. (Hídricos, 2015).

Análisis de rentabilidad de un proyecto de recuperación.

Antes de realizar la implementación de cualquier proyecto de recuperación, es realmente importante estudiar la rentabilidad del proyecto por un periodo de varios años; los cálculos de rentabilidad deben tener en cuenta los beneficios, ventajas, costos, gastos de inversión y las tasas de interés que requiere la implementación.(Melany Echeverry Contreras, 2015).

METODOLOGÍA

Para el desarrollo de este proyecto se plantean diferentes etapas de la guía de ahorro y uso eficiente del agua, expedida por el Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible adaptándolas a la empresa Postobón:

5.1 Diagnóstico

Identificación del contexto de la planta en cuanto al tema de recuperación de agua: en esta fase se realiza un diagnóstico, análisis de los sistemas de aprovechamiento y recuperación de agua con los que cuenta la planta en la actualidad, con el fin de identificar las medidas necesarias que se requieren para el inicio del proyecto; es indispensable el análisis de los datos de consumo de agua recuperada del último semestre para identificar las acciones.

5.1.1 Cálculos y aforos: es una fase donde se realizan los cálculos de los aforos de la fuente a recuperar, las frecuencias, cantidad de recurso disponible, todo lo anterior teniendo en cuenta la cantidad de purificadores que tiene la planta de potabilización de agua y la frecuencia de los retrolavados.

5.1.2 Análisis en campo de agua para recuperación: en esta fase se realiza seguimiento con análisis físico químico de la calidad del agua de los retrolavados teniendo en cuenta las siguientes variables: turbiedad, pH, temperatura, conductividad y color, además de la medición del caudal. Estos análisis son realizados en el laboratorio de la planta de Bello Postobón y son realizados durante 15 días para observar el comportamiento de la fuente (Montañoi, 2016).

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Equipos Análisis Fisicoquímico retrolavados filtros de carbón.	
<p>Turbidímetro</p> 	<p>Análisis : Cloro libre Método: USEPA 180.1 Marca: HACH Nombre: 2100Q Turbidímetro portátil (EPA) Exactitud: $\pm 2\%$ de la lectura más luz difusa. (HACH, 2019a).</p>
<p>Espectro Fotómetro</p> 	<p>Análisis : Cloro libre Método: DPD para cloro libre Marca: HACH Nombre: Colorímetro DR900 Exactitud: ± 1 nm (HACH, 2019b)</p>
<p>PH-METRO</p> 	<p>Análisis : pH Método: Manual de Calidad 2. PepsiCo Internacional "Métodos Analíticos" Marca: Mettler Toledo Nombre: Medidor de pH/iones de sobremesa Precisión máxima. (Postobón, 2018)</p>
<p>Conductímetro</p> 	<p>Análisis : pH Método: Manual de Calidad 2. PepsiCo Internacional "Métodos Analíticos" Marca: Mettler Toledo Nombre: Medidor de pH/iones de sobremesa Precisión máxima (Mettler Toledo, 2019)</p>
<p>Determinación de la Alcalinidad</p> 	<p>Análisis : Alcalinidad Método: Determinación alcalinidad total norma interna Postobón (titulación volumétrica). Reactivos: Amoníaco (NH₃) al 25 %, Solución valorada de EDTA 0,01 Molar (Titriplex III) preparada según ficha I0013. (Postobón, 2018)</p>

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Determinación de la Dureza



Análisis : Dureza
Método: Determinación dureza total norma interna Postobón (titulación volumétrica).
Reactivos: Ácido sulfúrico, H₂SO₄, 0,02 Normal, Fenolftaleína, Indicador que vire a un pH entre 3,8 y 4,4 tal como el Indicador Mixto o Púrpura de Metilo, Tiosulfato de sodio 0,1 Normal.
(Postobón, 2018)

Equipos de Medición

Medidor de Caudal



Equipo: Medidor volumétrico (Caudal)
Nombre: SITRANS F M MAG 6000
Cantidad: 4 medidores uno por cada filtro
Marca: Siemens
Trasmisor basado en un microprocesador.
Precisión: 0.2% +- 1 mm/s.
(SIEMENS, 2019)

Tabla 1. Equipos para análisis fisicoquímico filtros de carbón.

Fuente: Elaboración propia.

5.1.3 Criterio de diseño: la planta Postobón Bello cuenta con un sistema de tratamiento de agua potable, cuya fuente de abastecimiento es el agua potable que trata la empresa prestadora de servicios públicos de la zona y es utilizada en el proceso productivo, adicionalmente esta planta se puede utilizar para tratamiento y desinfección del agua a recuperar.

Cálculos de ahorro según el aprovechamiento: Se establecieron los costos con contribuciones, tasa ambiental y costo por vertimiento de cada metro cúbico aprovechado, con el fin de identificar el ahorro total. Adicionalmente se tuvo en cuenta el costo de cada metro cúbico tratado con los cuales se calcularon el ahorro total mes.

Costos m3 EPM Agua Potable		
m3 Captado	Incluidos Contribuciones	m3 vertido incluido contribuciones y tasa ambiental
		Total captado y vertido
	\$ 3535	\$ 2.592
	\$ 3777	\$ 3.143
	\$ 3777	\$ 3.143
	\$ 3890	\$ 3.222
	\$ 3890	\$ 3.143
	\$ 3890	\$ 3.151
	\$ 3892	\$ 3.478

Tabla 2. Calculo de los ahorros facturación EPM

Fuente: Elaboración propia

5.2 Implementación:

De acuerdo a los resultados arrojados en el diagnóstico se realiza implementación y montaje del sistema de recuperación. Para el desarrollo de este ítem es importante tener claro la cantidad de agua a tratar, disponibilidad de materiales para el montaje de la tubería (capacidad y cantidad), la capacidad de las bombas y el tanque de almacenamiento según la cantidad de recurso disponible. Es muy importante en esta fase el buen análisis y la estructura del sistema acorde con lo que se piensa aprovechar y a las necesidades de la Planta Postobón Bello.

5.3 Creación de espacio de sensibilización

Capacitaciones del uso racional del agua: se implementarán espacios de capacitación y socialización al personal operativo y administrativo sobre las buenas prácticas de conservación y uso racional del recurso. En esta fase no sólo se tuvo en cuenta las actividades presenciales, sino la socialización por correo electrónico corporativo y carteleras ubicadas en diferentes áreas de la Planta.

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

5.4 Control y seguimiento del proyecto: luego de la implementación del sistema y los espacios sensibilizadores, se iniciaron seguimientos con los consumos de los metros cúbicos tratados y recuperados para el mismo proceso productivo, además de las características del agua luego de ingresar al proceso. Esta fase se realizó de forma muy continua con el fin de cuantificar los ahorros sobre la cantidad del agua y ahorro en la facturación por el prestador del servicio.



6. RESULTADOS

6.1 Aforo retrolavados Filtros de carbón

Inicialmente para el desarrollo del proyecto se realiza un diagnostico el cual muestra la disponibilidad de agua para la ejecución y puesta en marcha del proyecto, teniendo en cuenta que el agua a recuperar estaba siendo vertida al alcantarillado municipal lo cual genera una gran alternativa de recuperación y optimización del recurso agua. Los aforos del agua proveniente de los purificadores de carbón ubicados en la planta Bello proporcionarían una recuperación e 4890 m³/mes, teniendo en cuenta las frecuencias y tiempos estimados en los saneamientos de estos.

RECUPERACIÓN DE AGUA ESTIMADA								
Equipo	Saneamiento	Tiempo	Cantidad consumo agua m ³ /min por filtro	frecuencia Mensual	Cantidad Agua semanal por filtro m ³	Número de filtros	Total agua Mensual todos los filtros m ³	Total consumo anual todos los filtros en m ³
FILTROS DE CARBÓN	Enjuague Retrolavado Filtro de carbón	15 min	11,25	30	337,5	4	1350	16200
	Enfriamiento	20 min	15	4	60	4	240	2880
	Retrolavado Filtro Carbón	15 min	27,5	30	825	4	3300	39600
TOTAL			53,75	64	1223		4890	58680

Tabla 3. Recuperación Estimada por Filtros de Carbón

Fuente: Elaboración propia

6.2 Análisis fisicoquímico de los retrolavados filtros de Carbón

De acuerdo a la metodología desarrollada para el aprovechamiento del agua a recuperar fue indispensable el análisis fisicoquímico del agua, los cuales se realizaron en el laboratorio interno

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

de la planta, este laboratorio cuenta con los equipos en excelentes condiciones, adicionalmente presentan los certificados de calibración de cada uno de estos.

Con los resultados arrojados se pudo identificar que el agua presenta las condiciones óptimas para ingresar nuevamente al proceso de tratamiento de la Planta de Tratamiento de Agua potable y ser posteriormente utilizada en los procesos productivos.

Datos de Campo laboratorio Postobón.									
Resultados Análisis Físicoquímico Filtros de Carbón n° 1-2-3-4									
Fecha análisis	Equipo	Actividad	Turbiedad	pH	Temperatura	Conductividad	Color	Caudal	Cloro
27/02/2018	Filtro Carbón n° 1	Retrolavado	3,2	7,0	20,2	84	0	127	0,02
27/02/2018	Filtro Carbón n°1	Enjuague	1,5	6,9	20,5	84,7	0	38	0,09
28/02/2018	Filtro Carbón n°2	Retrolavado	3,7	6,8	19,8	104,3	0	109,8	0,03
28/02/2018	Filtro Carbón n°2	Enjuague	1,3	7,0	17,5	95	0	40	0,06
01/03/2018	Filtro Carbón n°3	Retrolavado	1,9	7,0	20,3	86,9	0	112	0,03
01/03/2018	Filtro Carbón n°3	Enjuague	0,9	7,0	19,6	85,3	0	45	0,09
02/03/2018	Filtro Carbón n°4	Retrolavado	0,5	6,7	19,5	86	0	99	0,02
02/03/2018	Filtro Carbón n°4	Enjuague	0,3	6,7	17,3	82,9	0	59	0
03/03/2018	Filtro Carbón n°1	Retrolavado	1,9	7,2	20,7	90,9	0	111	0,04
03/03/2018	Filtro Carbón n°1	Enjuague	1,0	6,9	19,3	90,6	0	107,8	0,39
05/03/2018	Filtro Carbón n°2	Retrolavado	3,4	6,8	18	83,9	0	110	0,07
05/03/2018	Filtro Carbón n°2	Enjuague	1,6	7,1	18,6	84,3	0	109	0,04
06/03/2018	Filtro Carbón n°3	Retrolavado	2,4	6,7	19,9	86,5	0	109,1	0
06/03/2018	Filtro Carbón n°3	Enjuague	1,4	7,3	20,3	87	0	42	0
17/03/2018	Filtro Carbón n°4	Retrolavado	0,5	6,8	18,5	80,7	0	99	0
17/03/2018	Filtro Carbón n°4	Enjuague	0,2	6,8	18,2	80,4	0	48	0
20/03/2018	Filtro Carbón n°1	Retrolavado	1,2	7,0	20,3	86,9	0	110	0
20/03/2018	Filtro Carbón n°1	Enjuague	0,7	7,0	17,4	85,2	0	39	0,08
05/04/2018	Filtro Carbón n°2	Retrolavado	2,2	6,7	18,7	93,7	0	110,2	0

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

05/04/2018	Filtro Carbón n°2	Enjuague	1,2	6,6	18,3	85,9	0	40	0,19
09/04/2018	Filtro Carbón n°3	Retrolavado	1,1	6,9	18,2	88,3	0	110,1	0
09/04/2018	Filtro Carbón n°3	Enjuague	1,0	6,8	18,4	86,4	0	39,2	0,12
12/04/2018	Filtro Carbón n°4	Retrolavado	1,0	7,4	20,7	82,8	0	99	0
12/04/2018	Filtro Carbón n°4	Enjuague	0,5	6,9	19,8	82,6	0	60	0
13/04/2018	Filtro Carbón n° 1	Retrolavado	1,7	6,8	20,4	88,7	0	109,3	0,02
13/04/2018	Filtro Carbón n° 1	Enjuague	1,3	6,9	19,8	88,2	0	39,3	0,06
14/04/2018	Filtro Carbón n°2	salida	-	-	-	-	0	-	-
14/04/2018	Filtro Carbón n°1	salida	0,12	0,02	-	-	0	-	-
16/04/2018	Filtro Carbón n°2	salida	0,11	0,03	-	-	0	-	-
16/04/2018	Filtro Carbón n°3	salida	0,1	0,03	-	-	0	-	-
16/04/2018	Filtro Carbón n°4	salida	0,14	0,03	-	-	0	-	-
PROMEDIO ANÁLISIS			1,3	6,0	19,2	87	0	81,6	0,05

Tabla 4. Análisis Fisicoquímico Laboratorio Planta

Fuente: Elaboración propia

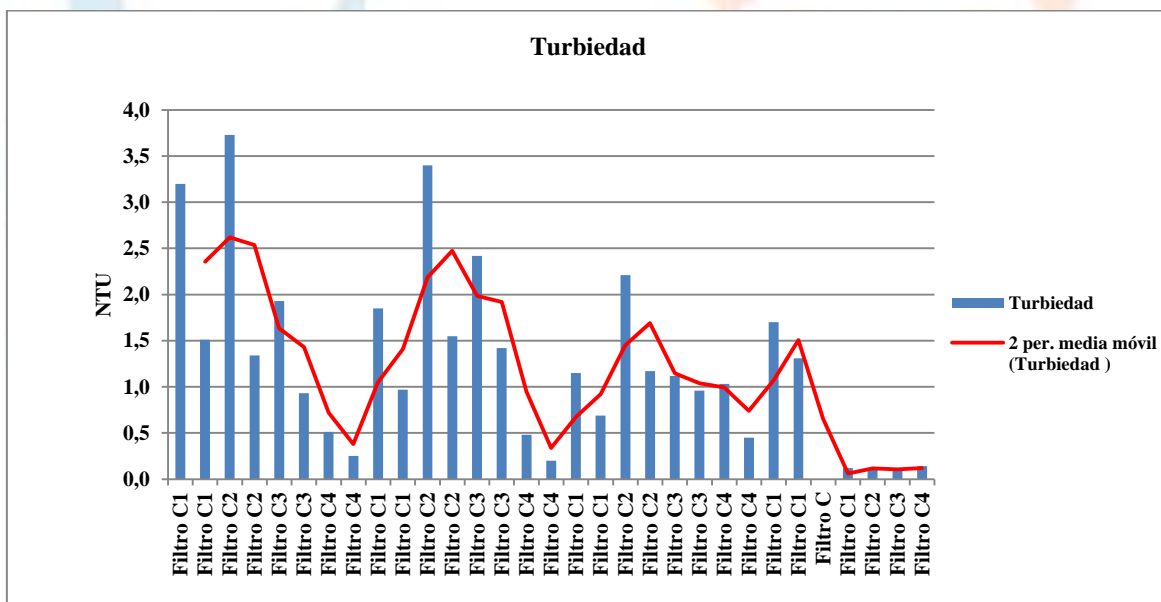


Figura 1. Comportamiento turbiedad filtros de Carbón

Fuente: Elaboración propia



Temperatura

Grados Celsius

2 per. media móvil (Temperatura)

Filtro	Temperatura (Grados Celsius)
Filtro C1	20.5
Filtro C1	21.0
Filtro C2	20.0
Filtro C2	17.5
Filtro C3	20.5
Filtro C3	20.0
Filtro C4	20.0
Filtro C4	17.0
Filtro C1	21.5
Filtro C1	20.0
Filtro C2	18.0
Filtro C2	17.5
Filtro C3	20.0
Filtro C3	21.0
Filtro C4	18.5
Filtro C4	18.0
Filtro C1	21.0
Filtro C1	17.0
Filtro C2	18.5
Filtro C2	18.0
Filtro C3	18.0
Filtro C3	17.5
Filtro C4	21.5
Filtro C4	20.0
Filtro C1	21.0
Filtro C1	20.5

Fuente: Elaboración propia

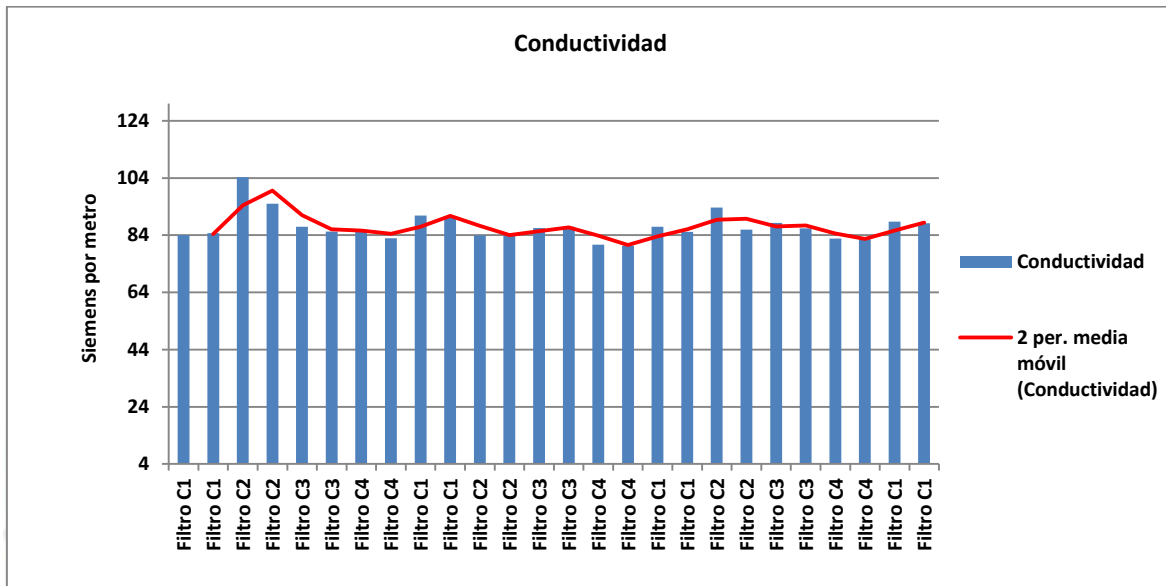


Figura 4. Comportamiento Conductividad filtros de Carbón

Fuente: Elaboración propia

6.3 Diseño Alternativa de Aprovechamiento

Para el diseño se tuvo en cuenta los caudales de descarga de cada filtro, las distancias comprendidas entre las descargas de agua al tanque de almacenamiento principal, con el fin de determinar la cantidad de materiales. Con la ayuda del área de Mantenimiento Maquinaria de la planta se determina la cantidad de materiales necesarios y número de horas necesarias para la puesta en marcha del proyecto.

En primera instancia se tiene en cuenta que la tubería por temas de infraestructura se debe implementar en el interior de los cárcamos que se encuentra adyacentes a la PTAP, con el fin de realizar la canalización de las aguas y retornarlas al tanque principal que cuenta con una capacidad de 1000 m³ y continuar con el tratamiento de estas. Los costos de la implementación fueron de \$30.805.186 los cuales incluyeron materiales y mano de obra.

MATERIALES PROYECTO RETROLAVADOS		
Cantidad	Material	VALOR
90 m	Tubería sanitaria 6"sch 5	\$ 16.920.000
10	Codo 90° soldador sanitario 6"sch 5	\$ 1.449.800
12	Férulas largas 6"	\$ 419.760
6	Empaque clam 6"	\$ 48.000
6	Abrazaderas clam 6"	\$ 339.000
24 m	Ángulos 1(1/2) X 3/16 inox.	\$ 617.328
24 m	Platina 1(1/2) X 1/4 inox	\$ 444.000
100	Pernos expansivos de 1/2 X 3" inox.	\$ 295.000
10	Abrazaderas tipo soporte 6"	\$ 400.000
75	Disco de corte de 4(1/2) X 1/16 "	\$ 270.000
2	Cilindros de Argón	\$ 432.968
5 Kilos	Aporte de 1/16 "	\$ 133.430
1	Tarro de decapante.	\$ 179.900
COSTO TOTAL		\$ 21.949.186

Tabla 5. Costo de Materiales

Fuente: Elaboración propia

PERSONAL OPERATIVO PARA EL MONTAJE					
ACTIVIDAD	CANTIDAD PERSONAS	VALOR HORA	DESCRIPCION	TOTAL HORAS	TOTAL
Soldador	1	\$ 19.000	Mano de obra	216	\$ 4.104.000
Ayudante soldador	2	\$ 11.000	Mano de obra	216	\$ 4.752.000
VALOR TOTAL				432	\$ 8.856.000

Tabla 6. Costo de Mano de Obra

Fuente: Elaboración propia

6.4 Implementación tubería recuperación agua retrolavados filtros de carbón

En el registro fotográfico relacionando a continuación se muestra el paso a paso de la instalación de la tubería que va desde la salida de los purificadores de carbón 1,2, 3 y los pulidores que componen estos equipos conectando directamente con el tanque de almacenamiento principal de agua para proceso. En las imágenes no solo se observa la instalación sino la puesta en marcha de la tubería.



Figura 5. Tubería a instalar

Fuente: Elaboración propia



Figura 6. Proceso instalación Tubería cárcamo PTAP

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A



Figura 7. Proceso instalación Tubería cárcamo exterior línea 3

Fuente: Elaboración propia



Figura 8. Conexión Tubería a tanque de almacenamiento principal

Fuente: Elaboración propia



Figura 9. Ingreso tubería a tanque de almacenamiento principal

Fuente: Elaboración propia



Figura 10. Conexión tubería filtros de carbón

Fuente: Elaboración propia

6.5 Plano de Implementación del Proyecto

El sistema de tratamiento de agua que emplea la planta Bello Postobon, es vital para el proyecto de recuperación y funciona de la manera que se describe a continuación.

Esta da inicio con el suministro de agua de la empresa prestadora de servicios públicos, continua con una floculación en línea y posterior almacenamiento en el tanque principal de 1000 m³. Este tanque cuenta con un sensor de nivel el cual ayuda a mantener abastecidos los procesos. Debido a su gran tamaño el agua que está almacenada inicia el proceso de floculación generando floc los cuales se sedimentan en el fondo del tanque. Por medio de unas bombas se realiza envío del agua floculada y se adiciona cloro en línea. El agua es almacenada en el tanque de cloración y luego al tanque pulmón. Ambos tanques cumplen la función de tanques de almacenamiento, las bombas dirigen el agua a los filtros de arena los cuales retienen las partículas y solidos que tenga el agua. El agua filtrada es almacenada en dos tanques de 60 m³ y continua con el proceso de purificación en los filtros de carbón, los cuales tienen la función de adsorber olores y el cloro.

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

El agua tratada es almacenada en un tanque de 6 m³, la cual es tratada posteriormente para eliminación de microorganismos por medio de radiación UV, y finalmente es enviada para ser utilizada en los procesos productivos (limpieza equipos, preparación, producción).

Cada filtro de carbón tiene un pulidor, a ambos se les realiza un proceso de retrolavados y desinfección diaria, este proceso genera agua muy limpia la cual retorna al tanque principal para iniciar el proceso de tratamiento.

En la imagen se puede identificar en color rojo la instalación de la tubería de recuperación.

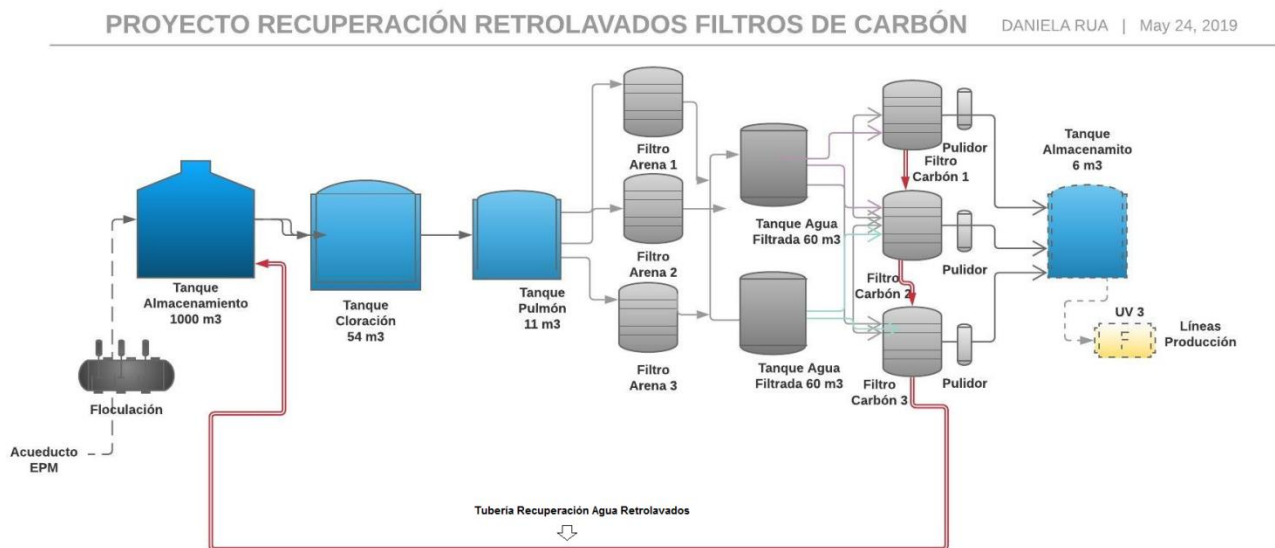


Figura 11. Plano Recuperación retrolavados

Fuente: Elaboración propia

6.6 Ahorro agua retrolavados filtros de carbón metro cúbico mes

Luego de la implementación del proyecto se da inicio con los cálculos y seguimiento diario de del agua que retorna al proceso, la puesta en marcha del proyecto se inició el 18 de diciembre de 2018. En la gráfica se puede observar la tendencia de recuperación es de 3392 m³/mes aproximadamente, todo esto teniendo en cuenta que en diciembre se inicia finalizando el mes.

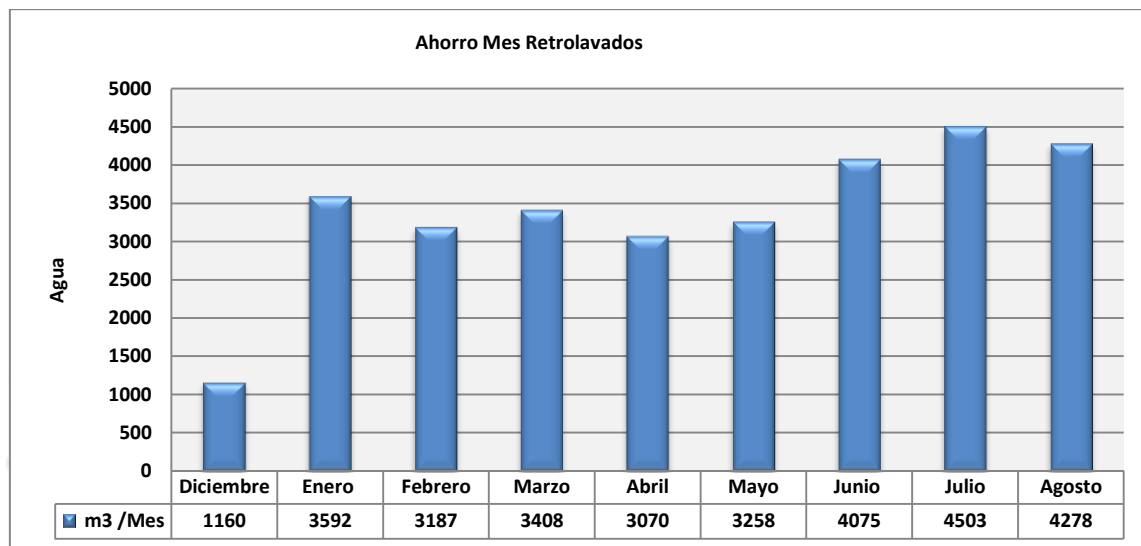


Figura 12. Ahorro Retrolavado filtros de Carbón m3/mes

Fuente: Elaboración propia

6.7 Análisis fisicoquímicos laboratorio Planta Postobón

Se realiza caracterización del agua, la cual arroja los siguientes resultados teniendo en cuenta la resolución 2115 del año 2007, a continuación, se relacionan los parámetros evaluados in situ y en laboratorio externo SGS.

PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
pH, unidades	7,01	6,5 -9,0	Cumple
Temperatura °C	23,5	N.E	N.A
Conductividad, uS/cm	94,3	1000	Cumple
Acidez, mg/L	<5,020	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Alcalinidad a la Fenolftaleína, mg CaCO ₃ /L	<1,89	N.E	N.A
Alcalinidad Total, mg CaCO ₃ /L	16,67	200	Cumple
Bicarbonatos, mg CaCO ₃ /L	16,67	N.E	N.A
Carbono Orgánico Total, mg COT/L	<2,00	5	Cumple
Cianuro Disponible, mg/L	<0,020	0,05	Cumple
Cianuro Libre, mg/L	<0,02	0,05	Cumple
Cloruros, mg/L	8,69	250	Cumple
Color Verdadero, UPC	9,43	15	N.A
Cromo Hexavalente, mg Cr+6/L	<0,0090	N.E	N.A
Dureza Cálrica, mg CaCO ₃ /L (SGS, 2019)	25,9	N.E	N.A

PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Dureza Magnésica, mg MgCO ₃ /L	<1,0	N.E	N.A
Dureza Total, mg/L	26,49	300	Cumple
Fenoles, mg/L	<0,100	N.E	N.A
Grasas y Aceites mg /L	<1,96	N.E	N.A
Nitrógeno Amoniacal, mg N-NH ₃ /L	<1,022	N.E	N.A
Sólidos Disueltos, mg SDT/L	76	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Sólidos Suspendedos Totales, mg SST/L	1,3	N.E	N.A
Sólidos Totales, mg ST/L	86	N.E	N.A
Turbiedad, NTU	0,45	2	Cumple
Fluoruros, mg F/L	<0,05	1	Cumple
Nitratos, mg NO3/L	0,68	10	Cumple
Nitritos, mg NO2/L	<0,05	0,1	Cumple
Ortofosfatos, mg P- PO4/L	<0,200	0,5	Cumple
Sulfatos, mg/L	14,685	250	Cumple
Coliformes Totales, UFC/100 ml	0	0 UFC/100 cm3	cumple
Coliformes Fecales, UFC/100 ml	<1,0	N.E	N.A.
<i>Escherichia coli</i> , UFC/100 ml	0	0 UFC/100 cm3	Cumple
Heterótrofos (Mesófilos aerobios), UFC/100 ml	<1,0	100	Cumple
Aluminio, mg Metal/L	<0,159	0,2	Cumple
Antimonio, mg Metal/L	<0,0045	0,02	Cumple

(SGS, 2019)

PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Bario, mg Metal/L	<0,141	0,7	Cumple
Boro, mg Metal/L	<0,162	N.E	N.A
Cadmio, mg Metal/L	<0,0048	0,003	Cumple
Calcio, mg Metal/L	8,448	60	Cumple
Cobalto, mg Metal/L	<0,0046	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Cobre, mg Metal/L	<0,0088	1	Cumple
Cromo, mg Metal/L	<0,0046	0,05	Cumple
Estroncio, mg Metal/L	0,03	N.E	N.A
Hierro, mg Metal/L	<0,149	0,3	Cumple
Magnesio, mg Metal/L	1	36	Cumple
Mercurio, mg Metal/L	<0,0006	0,001	Cumple
Molibdeno, mg Metal/L	<0,0073	0,07	Cumple
Níquel, mg Metal/L	<0,0045	0,02	Cumple
Plata, mg Metal/L	<0,007	N.E	N.A
Plomo, mg Metal/L	<0,0054	0,01	Cumple
Potasio, mg Metal/L	2,45	N.E	N.A
Selenio, mg Metal/L	<0,0055	0,01	N.A
Silicio, mg Metal/L	4,401	N.E	N.A
Sodio, mg Metal/L	4,17	N.E	N.A
Talio, mg Mg/L (SGS, 2019)	<0,005	N.E	N.A
PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Vanadio, mg Metal/L	<0,00496	N.E	N.A
Pseudomonas Aeruginosa, UFC/100ml	<1	N.E	N.A
Berilio, mg Metal/L	<0,0051	N.E	N.A
Manganeso, mg Metal/L	<0,0049	0,1	N.A
Zinc , mg Metal/L	<0,1588	3	Cumple
Arsénico, mg Metal/L	<0,0045	0,01	Cumple

HIDROCARBUROS AROMATICOS POLICICLOS			
1-Metilnaftaleno (mg Compuesto/L)	<0,00037	N.E	N.A
2-Metilnaftaleno (mg Compuesto/L)	<0,00033	N.E	N.A
Acenafteno (mg Compuesto/L)	<0,000313	N.E	N.A
Acenaftileno (mg Compuesto/L)	<0,000293	N.E	N.A
Antraceno (mg Compuesto/L)	<0,000298	N.E	N.A
Benzo(a)antraceno (mg Compuesto/L)	<0,000304	N.E	N.A
Benzo(a)pireno (mg Compuesto/L)	<0,000287	N.E	N.A
Benzo(b)fluoranteno (mg Compuesto/L)	<0,000290	N.E	N.A
Benzo(g,h,i)perileno (mg Compuesto/L)	<0,000307	N.E	N.A
Benzo(k)fluoranteno (mg Compuesto/L)	<0,000296	N.E	N.A
Criseno (mg Compuesto/L)	<0,000291	N.E	N.A
Decafluobifenilo (mg Compuesto/L)	0,43043	N.E	N.A
Dibenzo(a,h)antraseno (mg Compuesto/L)	<0,000296	N.E	N.A
Fenantreno (mg Compuesto/L)	<0,000299	N.E	N.A
Fluoranteno (mg Compuesto/L)	<0,000290	N.E	N.A

(SGS, 2019)

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Fluoreno (mg Compuesto/L)	<0,000298	N.E	N.A
Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos Totales (mg compuesto/L)	<0,000287	0,01	Cumple
Indeno(1,2,3-cd)pireno (mg Compuesto/L)	<0,000307	N.E	N.A
Naftaleno (mg Compuesto/L)	<0,000297	N.E	N.A
Pireno (mg Compuesto/L)	<0,00030	N.E	N.A
PESTICIDAS ORGANOCLORADOS, mg compuesto /L			
4,4 DDT (mg Compuesto/L)	<0,000050	N.E	N.A
4,4, DDD (mg Compuesto/L)	<0,000052	N.E	N.A
4,4-DDE (mg Compuesto/L) (A)	<0,000053	N.E	N.A
Aldrin (mg Compuesto/L) (A)	<0,000053	N.E	N.A
ALPHA-BHC (mg Compuesto/L)	<0,000055	N.E	N.A
b_BHC (mg Compuesto/L)	<0,000052	N.E	N.A
cis- clordano (mg Compuesto/L)	<0,000052	N.E	N.A
d_BHC (mg Compuesto/L)	<0,000050	N.E	N.A
Dieldrin (mg Compuesto/L)	<0,000048	N.E	N.A
Endosulfan I (mg Compuesto/L)	<0,000051	N.E	N.A
Endosulfan II (mg Compuesto/L)	<0,000052	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Endosulfan sulfato (mg Compuesto/L)	<0,000049	N.E	N.A
Endrin (mg Compuesto/L)	<0,000047	N.E	N.A
Endrin aldehído (mg Compuesto/L)	<0,000050	N.E	N.A
Endrin cetona (mg Compuesto/L)	<0,000053	N.E	N.A
g-BHC (Lindano) (mg Compuesto/L)	<0,000049	N.E	N.A
(SGS, 2019)			
PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Heptacloro (mg Compuesto/L)	<0,000053	N.E	N.A
Heptacloro epóxido (isómero B)	<0,000050	N.E	N.A
Metoxicloro (mg Compuesto/L)	<0,000053	N.E	N.A
Pesticidas Organoclorados Totales (mg Compuesto/L)	<0,000047	N.E	N.A
Trans- clordano, (mg Compuesto/L)	<0,000053	N.E	N.A
PESTICIDAS ORGANOFOSFORADOS mg/L			
Azinfos metil (mg Compuesto/L)	<0,000176	N.E	N.A
Bolstar (sulprofos) (mg Compuesto/L)	<0,000194	N.E	N.A
Clorpirifos (Dursban) (mg Compuesto/L)	<0,000219	N.E	N.A
Coumafos (mg Compuesto/L)	<0,000176	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Dementon O (mg Compuesto/L)	<0,000216	N.E	N.A
Diazinon (mg Compuesto/L)	<0,000201	N.E	N.A
Diclorvos (DDVP) (mg Compuesto/L)	<0,000211	N.E	N.A
Disulfoton (mg Compuesto/L)	<0,000199	N.E	N.A
Ethoprofos (mg Compuesto/L)	<0,000213	N.E	N.A
Fencholorfos (mg Compuesto/L)	<0,000189	N.E	N.A
Fensulfothion (mg Compuesto/L)	<0,000225	N.E	N.A
Fention (mg Compuesto/L)	<0,000198	N.E	N.A
Merphos (mg Compuesto/L)	<0,000202	N.E	N.A
Metil Paration (mg Compuesto/L)	<0,000176	N.E	N.A
Mevinfos (mg Compuesto/L)	<0,000224	N.E	N.A
Naled (mg Compuesto/L)	<0,000233	N.E	N.A

(SGS, 2019)

PARÁMETROS	AGUA DE LA FUENTE	RESOLUCION 2115 DE 2007	CUMPLIMIENTO
Pesticidas Organofosforados Totales (mg compuesto/L)	<0,000176	N.E	N.A
Phorate (mg Compuesto/L)	<0,000215	N.E	N.A
Stirofos (mg Compuesto/L)	<0,000224	N.E	N.A
Tokution (prothiofos) (mg Compuesto/L)	<0,000186	N.E	N.A
Tricloronato (mg Compuesto/L)	<0,000197	N.E	N.A

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

Trifenilfosfato (mg Compuesto/L)	0,83517	N.E	N.A
Trihalometanos			
BROMODICLOROMETANO (mg Compuesto/L)	<0,00103	N.E	N.A
BROMOFORMO (mg Compuesto/L)	<0,00038	N.E	N.A
CLOROFORMO (mg Compuesto/L)	0,1029	N.E	N.A
DIBROMOCLOROMETANO (mg Compuesto/L)	<0,00034	N.E	N.A
Totales (mg Compuesto/L)	0,1	0,2	Cumple

Tabla 7. Caracterización Fisicoquímica del agua.

Fuente: (SGS, 2019)

Convenciones

N.E: No Especificado en la Resolución 2115 de 2007

N.A: No aplica.

Las siguientes graficas muestran el comportamiento y las tendencias de los resultados anteriormente relacionados, los cuales fueron obtenidos de los análisis realizados por el laboratorio SGS Colombia teniendo en cuenta la resolución 2115 de del 2007 la cual determine las condiciones básicas para el agua potable.

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

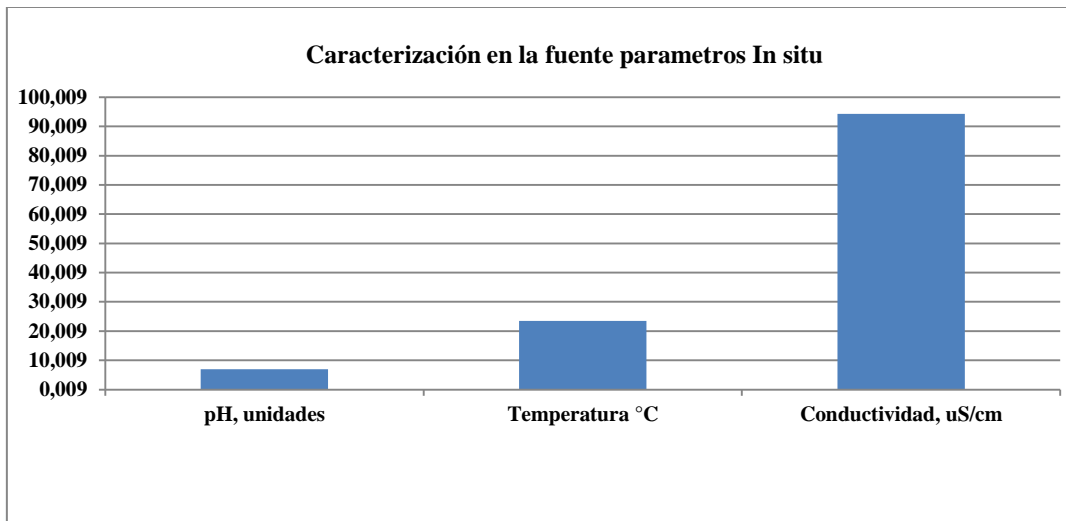


Figura 13. Caracterización de Agua SGS parámetros In situ

Fuente: Elaboración propia

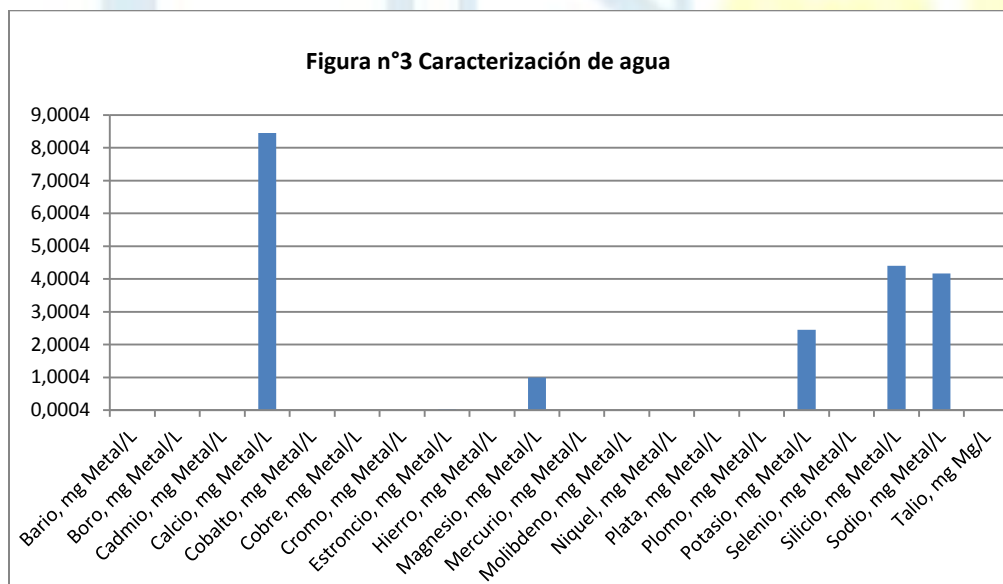


Figura 14. Caracterización de Agua SGS metales

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

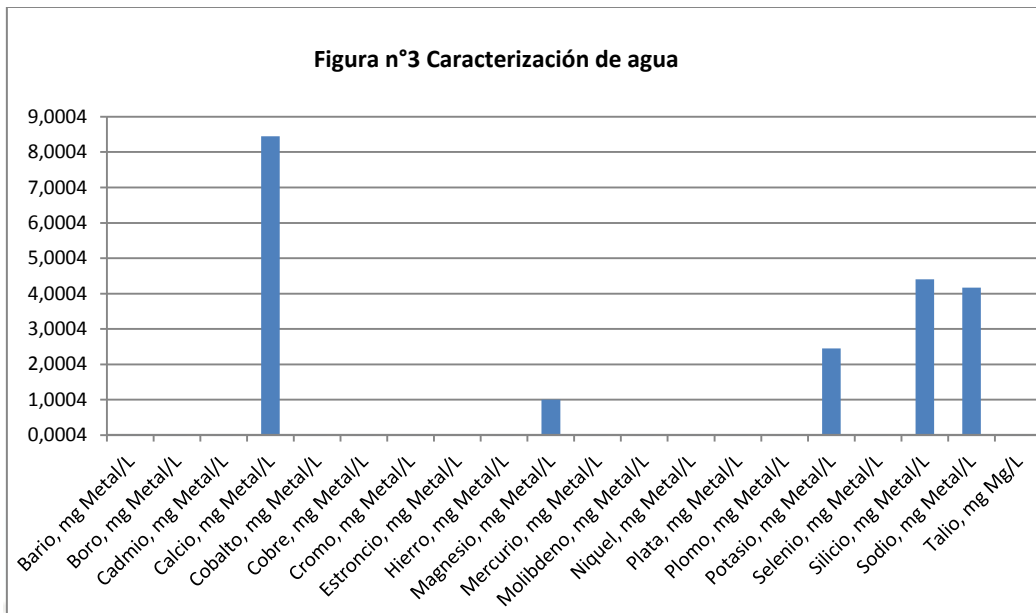


Figura 15. Caracterización de Agua SGS metales

Fuente: Elaboración propia

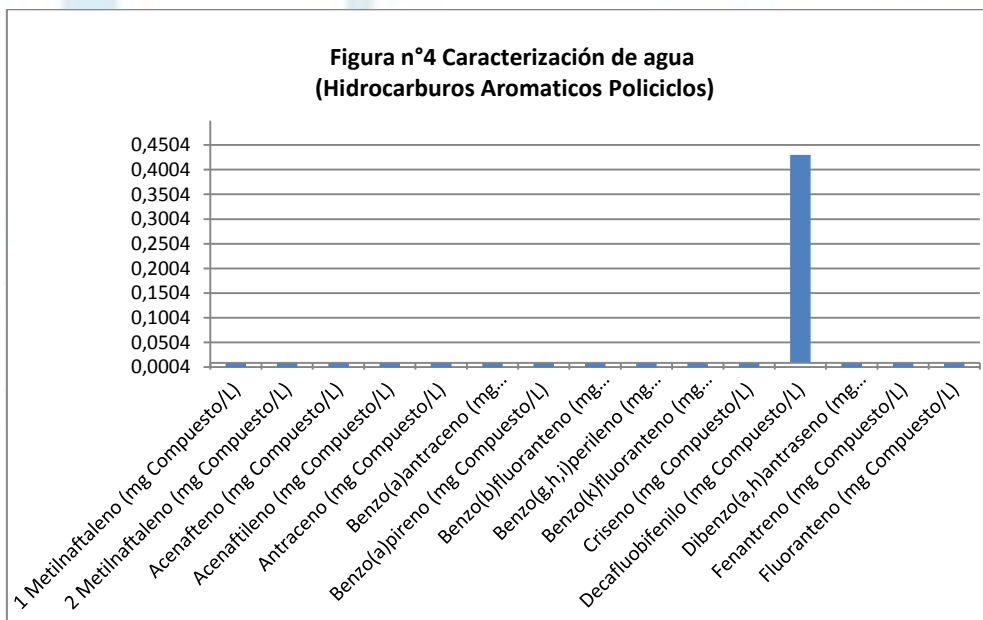


Figura 16. Caracterización de Agua SGS hidrocarburos

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

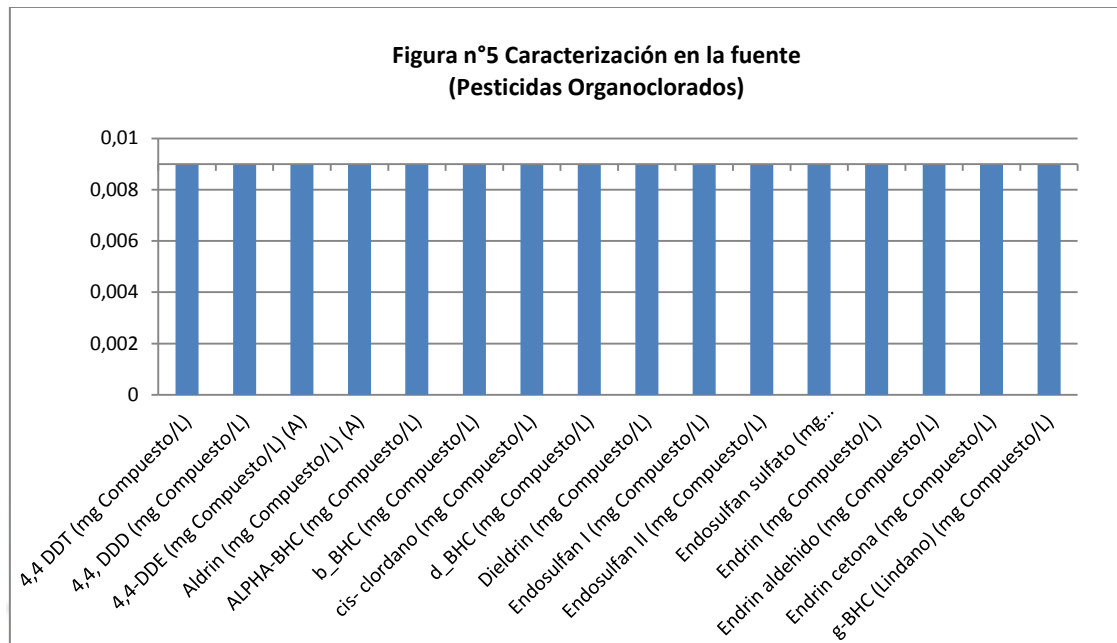


Figura 17. Caracterización de Agua SGS pesticidas organoclorados

Fuente: Elaboración propia

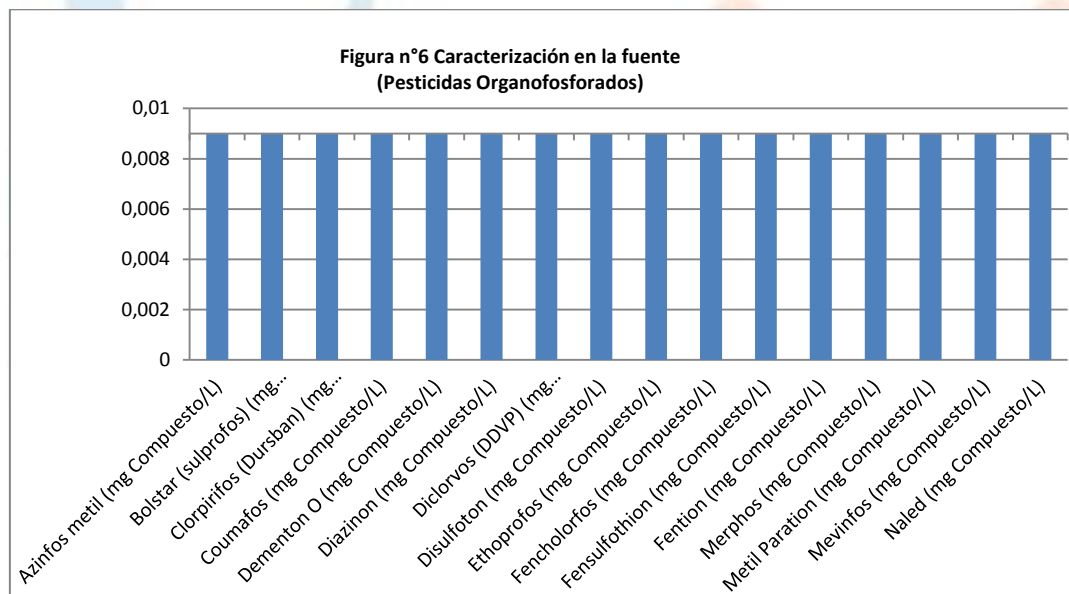


Figura 18. Caracterización de Agua SGS pesticidas organofosforados

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

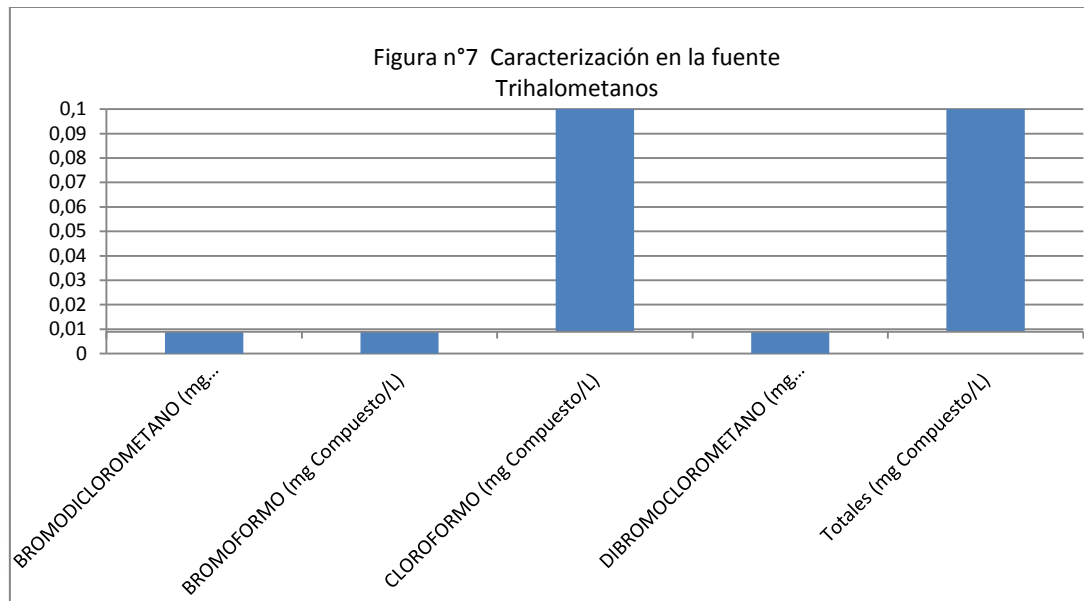


Figura 19. Caracterización de Agua SGS trihalomentanos

Fuente: Elaboración propia

6.8 Espacio de sensibilización

En la implementación y puesta en marcha del proyecto se realizaron dos campañas sobre el uso racional y eficiente del agua, ambas actividades se ejecutan a todos los empleados con entidades externas:

El área Metropolitana del Valle de Aburra la cual proporciona un personaje cuyo nombre es “Meditón”, el cual lleva un mensaje a cada uno de los colaboradores de la empresa sobre la importancias del cuidado del agua y la empresa gestora con la cual la planta realiza el aprovechamiento y disposición final de los residuos, proporcionó dos personajes de un noticiero los cuales por medio de entrevistas cual nos acompaña durante 6 horas por toda la planta enseñando tips ambientales sobre el cuidado del agua en la planta y los hogares.

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A



Figura 20. Campañas Ambientales

Fuente: Elaboración propia

7. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Con los ahorros obtenidos en la recuperación de agua de los filtros de carbón se obtuvieron unos ahorros estimados de \$ \$ 22.836.772 mensuales, todo esto teniendo en cuenta el costo del metro cubico captado, vertido con las contribuciones y la tasa ambiental lo que da un total de \$ 7.370 por m3.

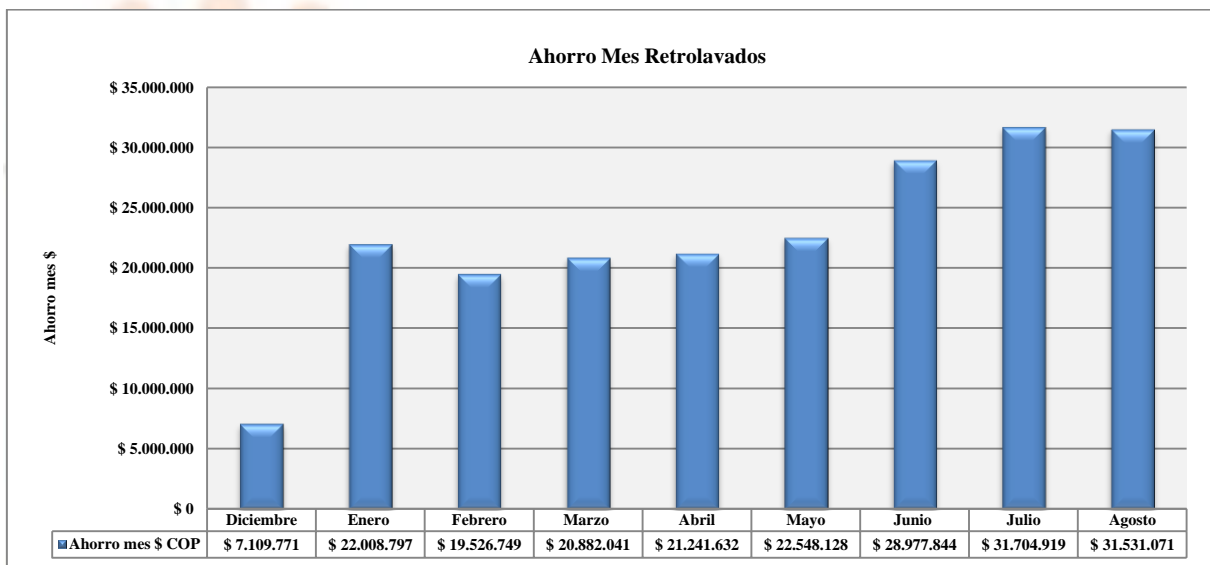


Figura 21. Ahorro costos por m3

Fuente: Elaboración propia

En la ilustración que se presenta a continuación se puede identificar los ahorros en el recurso y económicos que ha tenido el proyecto en solo 5 meses de puesta en marcha.

	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Acumulado
m3	1160,4	3592,1	3187	3408,2	3069,6	3146,1	17563,4
Ahorro	\$	\$	\$	\$	\$	\$	\$
\$	7.109.771	22.008.797	19.526.749	20.882.041	21.241.632	21.771.012	112.540.002

Tabla 8. Costos versus m3 de agua ahorrados mes

Fuente: Elaboración propia

Realizando una comparación con los consumos promedios que la planta tiene de agua se puede identificar que la recuperación ha bajado el consumo desde su implementación, cabe aclarar que consumo relacionados se toman por mes vencido debido que se tomaron de consumos de la facturación correspondiente, de este modo el mes de Enero corresponde al de Diciembre el cual sería un poco más alto por el tema de la temporada alta que tiene la Industria de Bebidas.

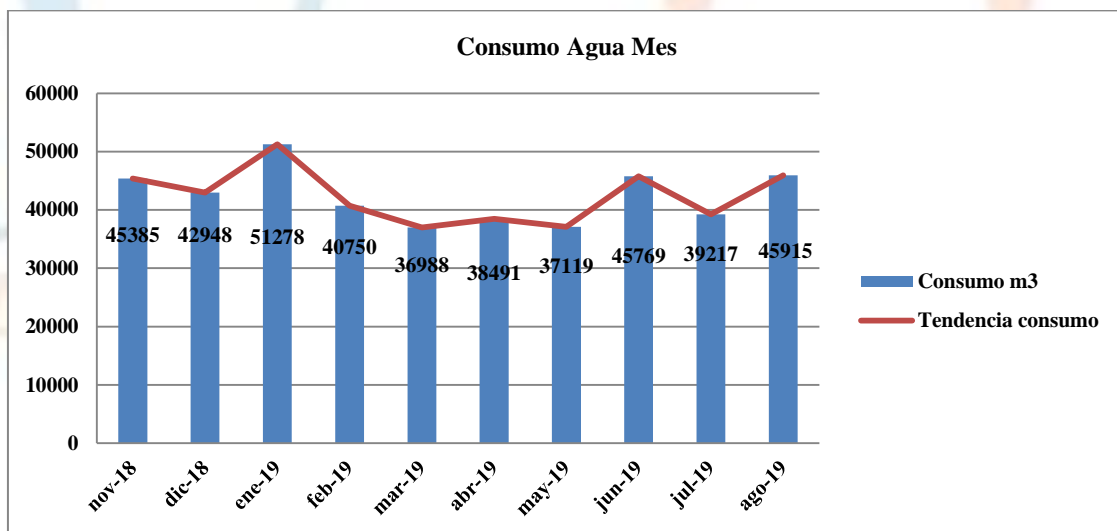


Figura 22. Consumo proceso mes

Fuente: Elaboración propia

Respecto al análisis físico químico analizado en el agua para proceso, se pudo identificar que cumple los parámetros de acuerdo a lo establecido en la resolución 2115 del año 2007 la cual determina las características básicas para calidad de agua para el consumo humano.

7.1 Formación ambiental en uso eficiente y ahorro del agua

Las campañas ambientales realizadas fueron muy bien recibidas por todas las áreas de la planta, todo esto logro debido a la creatividad de cada uno de los personajes los cuales de forma lúdica dieron un mensaje, cumpliendo los objetivos propuestos en la formación, en la metodología propuesta los indicadores tenían como propósito impactar a todo el personal de la planta; es muy importante aclarar que la planta cuenta con tres turnos rotativos por esta razón no se pudo impactar a todo el personal, de igual forma se realizan dos campañas con diferentes personajes y el mismo foco con el fin de afianzar conocimientos y retroalimentar al personal que no pudo participar en la campaña inicial.

$$\text{Indicador: } \frac{\text{Total personas programadas que asistieron}}{\text{Total personas programadas}} * 100$$

	Campaña 1	Campaña 2
Número Empleados	800	800
Personal Impactadas	590	640
Indicador	74%	80%

Tabla 9. Indicador Campañas ambientales

Fuente: Elaboración propia

8. CONCLUSIONES

El diagnóstico y puesta en marcha del proyecto de recuperación del agua proveniente de los retrolavados de los filtros y pulidores de carbón ayudó de gran forma a la sostenibilidad ambiental de la Planta Postobón Bello, no solo por el tema de los ahorros económicos sino en los ahorros de agua, debido a que la planta está comprometida con el desarrollo sostenible y la mitigación de impactos tendientes al uso racional del agua, siendo esta una de las materias primas fundamentales en su proceso productivo.

La planta Postobón Bello ha generado espacios de formación tendientes al cuidado de los recursos, se han desarrollado mesas de trabajo para la identificación de nuevos ahorros y planteamientos de nuevos proyectos, los cuales van enmarcados en el uso eficiente y ahorro del agua, con miras a la mejora de los indicadores ambientales.

La implementación del proyecto me permitió el conocimiento del principio de funcionamiento del sistema de tratamiento de agua potable más al detalle, lo cual me ayudó a identificar cada fase del proceso; al realizar el análisis de los resultados pude identificar el logro los objetivos propuestos.

Las campañas ambientales desarrolladas en la planta impactaron positivamente a los empleados, debido a que esta metodología llega más fácil a las personas, no solo aprendieron sobre el uso racional del agua, sino que se logró el propósito de la actividad, la actividad fue un espacio de esparcimiento y formación amena para todos.

9. RECOMENDACIONES

Aunque la planta tiene muchos proyectos de recuperación de agua y uso eficiente de diferentes recursos tendientes al desarrollo sostenibles, es importante la creación del programa escrito para PUEAA el cual puede permitir la trazabilidad y articulaciones de los proyectos que ya se implementaron y los que están en la fase de formulación, basados en la ley 33 de 1997.

Es importante que la planta continúe con la implementación de espacios formativos lúdicos para la formación ambiental de los trabajadores.

El seguimiento de las cantidades de agua recuperada y de los costos permitirá continuar con los análisis, esta iniciativa muestra la importancia que tiene la puesta en marcha de los proyectos que ayudan a optimizar y ahorrar los recursos, sin dejar al lado los ahorros económicos que se pueden tener en los procesos

BIBLIOGRAFÍA

- Academies, N. (2017, September 1). El agua potable segura. Retrieved September 9, 2019, from <https://www.koshland-science-museum.org/water/html/es/Treatment/Chemical-Disinfection-Oxidants-technologies.html>
- Castaño, F. A., & Londoño, W. H. (2017). *Diseño de un sistema automatizado para una planta de tratamiento de Agua Potable*. Instituto Tecnológico Metropolitano. Retrieved from <https://repositorio.itm.edu.co/jspui/bitstream/ITM/107/2/ArenasCastanoFredyAlexander2017.pdf>
- Delgado Muneva, W. G. (2015). Gestión y valor económico del recurso hídrico. *Financiera Política económica*, 279-298.
- Duek, A. E., & Fasciolo, G. E. (Junio de 2014). Uso industrial del agua en Mendoza, Argentina: coeficientes para la industria alimenticia.
- HACH. (2019a). 2100Q Turbidímetro portátil (EPA) | Hach España - Aspectos Generales | Hach. Retrieved September 9, 2019, from <https://es.hach.com/2100q-turbidimetro-portatil-epa/product?id=24930077421>
- HACH. (2019b). Colorímetro DR900 | Hach Colombia - Aspectos Generales | Hach. Retrieved September 9, 2019, from <https://co.hach.com/colorimetros/colorimetro-dr900/family?productCategoryId=53559430926>
- Hídricos, P. M. de E. de los R. (2015). *Agua para un mundo sostenible*. Retrieved from http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015Facts_Figures_SPA_web.pdf
- Melany Echeverry Contreras. (2015). *Optimización del uso del agua en la industrial*. Retrieved from http://opac.pucv.cl/pucv_txt/txt-5500/UCD5759_01.pdf
- Mendieta Ramirez, A. M. (2013). Estrategias para ahorro y uso eficiente de agua en el proceso de fosfatizado de una empresa manufacturera.
- Mettler Toledo. (2019). Medidores de pH para laboratorio e instrumentación analítica en proceso - METTLER TOLEDO. Retrieved September 9, 2019, from https://www.mt.com/int/es/home/perm-lp/product-organizations/pro/ph-meters-2015.html?cmp=sea_52010323&SE=GOOGLE&Campaign=MT_PRO-ANA_ES_ROW&Adgroup=pH+meter+ANA%2FPRO_Broad&bookedkeyword=%2Bmedidor%2Bph&matchtype=b&adtext=241541537685&placement=&network
- Millán, J. A. (s.f.). *Psicometría*. Obtenido de <http://www.sc.ehu.es/nmwmigaj/CartaPsy.htm>

MINAMBIENTE. (2018). *Guía para el uso eficiente y ahorro del Agua*. Bogotá. Retrieved from file:///D:/Ingenieria Ambiental/Documentos Mendeley/GUIA_USO_EFICIENTE_DEL_AGUA.pdf

Miniet, L. M. (2006). *Gestión del agua enfocada a la producción más limpia en la Industria*.

Recuperado el 21 de Septiembre de 2018, de

<http://latinamericacaribbean.recpnet.org/uploads/resource/532477ef40efb427011e6b0e43a481c6.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Recuperado el 04 de Septiembre de 2018, de Uso eficiente y ahorro del agua:

<http://www.minambiente.gov.co/index.php/gestion-integral-del-recurso-hidrico/administracion-del-recurso-hidrico/demanda/uso-eficiente-y-ahorro-de-agua>

Montañoi, N. A. (Marzo de 2016). *DIAGNÓSTICO DEL SISTEMA DE APROVECHAMIENTO DEL AGUA LLUVIA*. Recuperado el 23 de Octubre de 2018, de

<http://www.scielo.org.co/pdf/luaz/n43/n43a03.pdf>

PepsiCO. (2018). *PepsiCo y The Nature Conservancy anuncian “Agua para el Planeta”: una estrategia de reposición de agua para Latinoamérica | PepsiCo*. Retrieved from <https://www.pepsico.com.mx/en/live/story/pepsico-y-the-nature-conservancy-anuncian-agua-para-el-planeta-una-estrategia-de-reposición-de-agua-para-latinoamérica>

Perez, J. A. (12 de Abril de 2016). La contaminación del aire en Medellín y los perjuicios para salud. *La contaminación del aire en Medellín y los perjuicios para salud*, pág. 1.

Periodico El tiempo. (2014). Iniciativas para cuidar el agua - Archivo Digital de Noticias de Colombia y el Mundo desde 1.990 - eltiempo.com. Retrieved September 8, 2019, from <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14651282>

Postobón. (2016). Informe de sostenibilidad 2015 Comprometidos con Colombia, 96. Retrieved from http://www.postobon.com/sites/default/files/informe_sostenibilidad-baja1.pdf

Postobón. (2017). Recuperación de Agua.

Postobón. (2018). *Tratamiento de Agua*. Medellín.

Programa Uso Racional del Agua URA. (Junio de 2011). *Universidad Industrial de Santander*.

Recuperado el 17 de Octubre de 2018, de

<https://www.uis.edu.co/webUIS/es/gestionAmbiental/documentos/programasAmbientales/URA.PDF>

Reporte estado actual del agua en Colombia. (2019). *Estudio Nacional del Agua revela datos claves para el uso del recurso hídrico en el país | Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Bogotá. Retrieved from <http://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-minambiente/4223-estudio-nacional-del-agua-revela-datos-claves-para-el-uso-del-recurso-hidrico-en-el-pais>

Salamanca, E. (2014). Tratamiento de aguas para el consumo humano. *Módulo Arquitectura CUC*, 17(1), 29–48. <https://doi.org/10.17981/moducuc.17.1.2016.02>

SGS. (2019). *Informe de Caracterización de Agua*. Bogotá.

SIEMENS. (2019). *SITRANS F M MAG 6000 - Instrumentación de procesos - Siemens*. Retrieved from <https://w3.siemens.com/mcms/sensor-systems/es/instrumentacion-de-procesos/medicion-de-caudal/electromagneticos/transmisor/pages/sitrans-f-m-mag-6000.aspx>

Unidad de Planeación Minero Energética. (2015). Elaboración del programa de uso eficiente y ahorro del agua en la minería de metales preciosos y carbón PUEAA, 52. Retrieved from http://www1.upme.gov.co/simco/Cifras-Sectoriales/EstudiosPublicaciones/Guia_para_elaboracion_programa_de_uso_eficiente_ahorro_del_agua.pdf

10. ANEXOS

Fecha	Purificador 1 (m3)	Purificador 2 (m3)	Purificador 3 (m3)	Pulidor 1 (m3)	Pulidor 2 (m3)	Pulidor 3 (m3)
18/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
19/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
20/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
21/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
22/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
23/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
24/12/2018						
25/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
26/12/2018	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
27/12/2018	30,8	35,8		3,3	3,3	
28/12/2018	30,8	35,8		3,3	3,3	
29/12/2018	30,8	35,8		3,3	3,3	
30/12/2018		35,8		3,3	3,3	
31/12/2018						
Total agua recuperada m3	338,8	429,6	286,4	39,6	39,6	26,4

Tabla 10. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 (m3)	Purificador 2 (m3)	Purificador 3 (m3)	Pulidor 1 (m3)	Pulidor 2 (m3)	Pulidor 3 (m3)
01/01/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	6,6
02/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
03/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
04/01/2019	30,8		35,8	3,3	3,3	3,3
05/01/2019	30,8					
06/01/2019	30,8		71,6	3,3		3,3
07/01/2019	30,8		35,8	3,3		3,3
08/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	6,6	3,3
09/01/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	3,3
10/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
11/01/2019		35,8	35,8		3,3	3,3
12/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
13/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	6,6	3,3
14/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

15/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
16/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
17/01/2019	30,8	35,8	35,8		3,3	3,3
18/01/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	6,6	3,3
19/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
20/01/2019		71,6	71,6		3,3	3,3
21/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
22/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3		3,3
23/01/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	6,6	3,3
24/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
25/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
26/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
27/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
28/01/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	3,3	3,3
29/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
30/01/2019	30,8	71,6	71,6	3,3	6,6	6,6
31/01/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Total agua recuperada m3	893,2	1145,6	1253	89,1	105,6	105,6
---------------------------------	-------	--------	------	------	-------	-------

Tabla 11. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3
01/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
02/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
03/02/2019	30,8	107,4	107,4	3,3	6,6	6,6
04/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
05/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
06/02/2019	30,8	71,6	71,6	3,3	3,3	3,3
07/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
08/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
09/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
10/02/2019		35,8	35,8			3,3
11/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
12/02/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	3,3
13/02/2019	30,8	71,6	35,8	6,6	6,6	3,3
14/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
15/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

16/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
17/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
18/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
19/02/2019	30,8	71,6		3,3	6,6	
20/02/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	6,6
21/02/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	6,6	3,3
22/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
23/02/2019						
24/02/2019						
25/02/2019						
26/02/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	6,6	3,3
27/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
28/02/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
Total agua recuperada m3						
	739,2	1145,6	1038,2	82,5	95,7	85,8

Tabla 12. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3
01/03/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	6,6
02/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	
03/03/2019		71,6	71,6		3,3	6,6
04/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
05/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
06/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
07/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
08/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
09/03/2019						
10/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
11/03/2019	30,8	35,8	71,6	3,3	3,3	6,6
12/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
13/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
14/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
15/03/2019			35,8			
16/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
17/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
18/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
19/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
20/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

21/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
22/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
23/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
24/03/2019	30,8		35,8	3,3		3,3
25/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
26/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
27/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
28/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
29/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
30/03/2019	30,8	71,6	35,8	3,3	6,6	3,3
31/03/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
Total agua recuperada m3						
	862,4	1074	1181,4	92,4	95,7	102,3

Tabla 13. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón.

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3
01/04/2019	30,8			3,3		
02/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
03/04/2019	30,8	71,6	71,6	3,3	3,3	6,6
04/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3		3,3
05/04/2019			35,8			3,3
06/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
07/04/2019			35,8			3,3
08/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
09/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
10/04/2019	30,8			3,3		
11/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
12/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
13/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
14/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
15/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
16/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
17/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
18/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
19/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
20/04/2019		35,8	35,8		3,3	3,3
21/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
22/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

23/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
24/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
25/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
26/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
27/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
28/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
29/04/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
30/04/2019		35,8	35,8		3,3	3,3

Total agua recuperada m3	800,8	966,6	1038,2	85,8	82,5	95,7
---------------------------------	--------------	--------------	---------------	-------------	-------------	-------------

Tabla 14. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3
01/05/2019						
02/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
03/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
04/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
05/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
06/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
07/05/2019		35,8	35,8		3,3	3,3
08/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
09/05/2019	61,6	71,6	71,6	3,3	6,6	6,6
10/05/2019						
11/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
12/05/2019		35,8	35,8		3,3	3,3
13/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
14/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
15/05/2019	30,8		35,8	3,3		3,3
16/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
17/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
18/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
19/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
20/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
21/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
22/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

23/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
24/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
25/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
26/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
27/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
28/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
29/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
30/05/2019	30,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3
31/05/2019						

Total agua recuperada m3	831,6	1002,4	1038,2	85,8	92,4	95,7
---------------------------------	--------------	---------------	---------------	-------------	-------------	-------------

Tabla 15. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Purificador 4 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3	Pulidor 4 m3
1/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
2/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
3/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
4/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
5/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
6/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
7/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
8/06/2019	30,8		61,6	35,8	3,3		6,6	3,3
9/06/2019		35,8				3,3		
10/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
11/06/2019	30,8				3,3			
12/06/2019		35,8	35,8	35,8		3,3	3,3	3,3
13/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
14/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
15/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

16/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
17/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
18/06/2019	30,8	35,8	35,8		3,3	3,3	3,3	
19/06/2019		35,8	35,8	35,8		3,3	3,3	3,3
20/06/2019	61,6	35,8	35,8	35,8	6,6	3,3	3,3	3,3
21/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
22/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
23/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
24/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
25/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
26/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
27/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
28/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
29/06/2019								
30/06/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
Total agua recuperada m3	831,6	966,6	992,4	930,8	89,1	89,1	92,4	82,5

Tabla 16. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Purificador 4 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3	Pulidor 4 m3
1/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
2/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
3/07/2019								
4/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
5/07/2019	30,8	35,8	35,8		3,3	3,3	3,3	
6/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
7/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
8/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
9/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
10/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
11/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

12/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
13/07/2019	30,8	35,8		35,8	3,3	3,3		3,3
14/07/2019	30,8	35,8	71,6	35,8	3,3	3,3	6,6	3,3
15/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
16/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
17/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
18/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
19/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
20/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
21/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
22/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
23/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
24/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
25/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
26/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
27/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
28/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
29/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
30/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
31/07/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
Total agua recuperada m3	924	1074	1074	1038,2	99	99	99	95,7

Tabla 17. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia

Fecha	Purificador 1 m3	Purificador 2 m3	Purificador 3 m3	Purificador 4 m3	Pulidor 1 m3	Pulidor 2 m3	Pulidor 3 m3	Pulidor 4 m3
1/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
2/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
3/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
4/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
5/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
6/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
7/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
8/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
9/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
10/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
11/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
12/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3

Evaluación de alternativas de disminución del uso del recurso hídrico en los procesos productivos de la planta de tratamiento de agua potable de Postobón S.A

13/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
14/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
15/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
16/08/2019		71,6	35,8	35,8		6,6	3,3	3,3
17/08/2019								
18/08/2019								
19/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
20/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
21/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
22/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
23/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
24/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
25/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
26/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
27/08/2019	30,8	35,8	35,8	71,6	3,3	3,3	3,3	6,6
28/08/2019	30,8				3,3			
29/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
30/08/2019	30,8	35,8	35,8	35,8	3,3	3,3	3,3	3,3
31/08/2019	30,8	35,8	35,8		3,3	3,3	3,3	
Total agua recuperada m3	862,4	1038,2	1002,4	1002,4	92,4	95,7	92,4	92,4

Tabla 18. Datos de Campo ahorro m3/mes filtros y pulidores de carbón

Fuente: Elaboración propia